COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 18 NOVEMBRE 1889,

PRÉSIDÉE PAR M. HERMITE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique et des Beaux-Arts** adresse l'ampliation d'un Décret approuvant l'élection de M. *Émile Picard*, dans la Section de Géométrie, en remplacement de feu M. *Halphen*.

Il est donné lecture de ce Décret.

Sur l'invitation de M. le Président, M. É. **Picard** prend place parmi ses Confrères.

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur la chaleur animale et sur les chaleurs de formation et de combustion de l'urée;* par MM. **Berthelot** et **P. Petit**.

« Parmi les applications de la Thermochimie, l'une des plus importantes, sans contredit, est l'étude de la chaleur animale. A l'origine, Lavoisier,

après avoir découvert qu'elle résulte de la fixation de l'oxygène pendant la respiration, avec élimination d'acide carbonique, supposa que la chaleur produite par les animaux, aussi bien que par la plupart des composés chimiques ordinaires, était proportionnelle à l'oxygène consommé, négligeant le rôle propre du corps qui s'unissait avec l'oxygène. Plus tard, on admit que la chaleur animale était proportionnelle non à l'oxygène, mais aux produits de la combustion qui se produit dans le corps des animaux, c'est-à-dire au poids de l'acide carbonique et de l'eau, à celui du premier principalement. On ne se rendait alors que confusément compte du caractère spécial des réactions qui développent la chaleur dans le corps humain : le rôle thermique des phénomènes d'hydratation et de déshydratation en particulier n'a été mis en évidence que par mes recherches sur les composés éthérés, amidés, et particulièrement sur les nitriles, lesquels renferment des excès d'énergie considérables et susceptibles de reparaître sous forme de chaleur, par simple fixation d'eau.

» J'ai développé également, en 1865, les règles exactes, et non formulées jusque-là, en vertu desquelles doit être évaluée la chaleur animale, suivant qu'il s'agit d'oxydations totales ou d'oxydations incomplètes, d'oxydations directes ou d'oxydations indirectes, d'hydratations ou de dédoublements enfin, toutes réactions accomplies sur des composés dont la formation depuis les éléments a déjà consommé ou emmagasiné une certaine énergie [1]. J'ai donné en même temps les principes, précédemment ignorés, en vertu desquels on évalue la chaleur de formation des composés organiques à l'aide de leurs chaleurs de combustion. Les anciens procédés de calcul de la chaleur animale ont été ainsi complètement transformés.

» Mais, pour pouvoir appliquer aux faits observés ces règles et ces calculs et pour définir avec rigueur et dans le détail la production de la chaleur animale, il faut connaître la chaleur individuelle de formation et de combustion de chacun des composés qui interviennent dans l'alimentation, aussi bien que celle de chacun des produits rejetés au dehors par diverses voies. C'est en vue de cette œuvre que j'ai déterminé depuis vingt ans et fait déterminer par mes élèves la chaleur de combustion de très nombreux composés organiques. Cette œuvre a été commencée autrefois par Favre et Silbermann, qui n'en avaient pas vu d'ailleurs l'application au calcul même des chaleurs de formation depuis les éléments ; elle se poursuit aujourd'hui de divers côtés et dans différents pays, par les méthodes nou-

---

[1] *Essai de Mécanique chimique*, t. I, p. 89.

velles et plus précises que comporte l'emploi de la bombe calorimétrique. Les conséquences générales et particulières que l'on en tire pour l'étude des réactions chimiques présentent un intérêt particulier, lorsqu'elles ont pour objet de définir la production de la chaleur animale, avec une rigueur que les physiologistes, faute de données convenables, n'ont pas jusqu'ici réussi à atteindre, ni même cherché à poursuivre.

» L'étude de l'urée offre à cet égard un intérêt exceptionnel. En effet, l'urée est, après l'acide carbonique, la principale forme sous laquelle le carbone est éliminé au dehors de l'économie. Pour l'azote, c'est même la forme fondamentale d'élimination. Il était donc fort intéressant de savoir à quelle quantité de chaleur développée répond la production de l'urée dans les organes : cette quantité dépendant à la fois de la chaleur de formation de l'urée et de celle des principes qui l'engendrent. C'est ce premier problème que nous nous sommes proposés de résoudre, aucune combustion directe de l'urée par l'oxygène libre n'ayant été mesurée jusqu'ici.

» La combustion de l'urée a lieu facilement dans la bombe calorimétrique, sans donner lieu à aucune complication. Trois combustions concordantes ont fourni pour 1^{gr} : $2530^{cal},1$. Soit

$C^2H^4Az^2O^2$ (60^{gr}) + O^6
= C^2O^4 gaz + Az^2 gaz + $2H^2O^2$ liquide, dégage. + $151^{Cal},8$ à v. c.; + $151,5$ à pr. c.

» Nous avons essayé de contrôler ce chiffre, en oxydant l'urée par le brome, en milieu alcalin; mais cette oxydation n'est jamais complète, et les nombres obtenus ont fourni des écarts de 4 à 10 centièmes avec la valeur théorique, au point de vue des pesées, comme des quantités de chaleur.

» Quoi qu'il en soit, on déduit des données ci-dessus la chaleur de formation de l'urée. Nous avons en effet

C^2 diamant + H^4 + Az^2 + O^2 = $C^2H^4Az^2O^2$ solide .... + $80^{Cal},8$

» La chaleur de dissolution moléculaire de l'urée, vers 11°, a été trouvée par nous : $-3^{Cal},58$.

» La chaleur de formation de l'urée dissoute dans l'eau, ou dans l'urine, est donc : + $77^{Cal},2$.

» La chaleur de combustion de l'urée dissoute est :

$C^2H^4Az^2O^2$ dissoute + O^6 gaz = C^2O^4 dissous + Az^2 gaz + $2H^2O^2$ liq... + $160^{Cal},9$

» On en déduit encore les données suivantes, relatives à diverses réac-

tions intéressantes, qui concernent la formation de l'urée envisagée comme amide carbonique :

C^2O^4 gaz + 2 AzH^3 gaz = $C^2H^4Az^2O^2$ solide + H^2O^2 liquide......... $+ 31^{Cal},1$
C^2O^4 dissous + 2 AzH^3 dissoute = $C^2H^4Az^2O^2$ dissoute + H^2O^2 liq... $+ 4^{Cal},3$

» Supposons maintenant l'acide carbonique et l'ammoniaque combinés au préalable, sous la forme de carbonate d'ammoniaque dissous. D'après les expériences de l'un de nous, cette combinaison dégage, suivant la dilution et le degré inégal de dissociation du sel [1] : de $+ 10^{Cal},7$ à $12^{Cal},3$. Dès lors, la formation de l'urée au moyen de ce sel deviendrait endothermique, absorbant de $- 6^{Cal},4$ à $- 8^{Cal},0$: ce qui explique pourquoi elle n'a pas lieu directement.

» Au contraire, la transformation de l'urée en carbonate d'ammoniaque dissous dégagerait $+ 6^{Cal},4$ à $+ 8^{Cal},0$; conformément à ce qui arrive pour l'hydratation des amides et des éthers. On s'explique dès lors comment elle a lieu si aisément, sous l'influence de ferments spéciaux, en donnant lieu : soit à la fermentation ammoniacale, en dehors de l'économie; soit à l'urémie dans l'être vivant. Dans le cas où cette métamorphose serait localisée au sein d'un organe particulier, le rein ou la vessie par exemple, elle serait susceptible d'y développer une température exceptionnelle.

» La chaleur qui répond à la transformation isomérique du cyanate d'ammoniaque en urée peut être évaluée, d'après les analogies. En effet, la substitution de K à $Az + H^4$, dans les sels solides, répond à un dégagement de chaleur presque constant, comme il arrive pour la plupart des substitutions métalliques, et dont la valeur moyenne (tirée des chlorures, bromures, iodures, azotates, perchlorates, sulfates, sulfites, acétates, oxalates, bicarbonates) est égale à $+ 28^{Cal},7$. La même différence 28,7 existe précisément entre les sulfocyanates de potassium et d'ammonium. En appliquant ce chiffre au cyanate de potassium, dont la formation dégage $+ 102^{Cal},0$, on en déduit, pour la formation du cyanate d'ammonium, par ses éléments : $+ 73^{Cal},7$. Par conséquent, la transformation de ce sel en urée dégagera environ : $+ 7^{Cal},1$; valeur positive considérable, qui explique la facilité avec laquelle s'effectue cette métamorphose. Elle est exothermique, de même que la fermentation ammoniacale de l'urée et conformément au principe du travail maximum.

» Le rôle de l'urée, dans les phénomènes d'oxydation accomplis au sein

---

[1] *Essai de Mécanique chimique*, t. II, p. 232.

de l'économie peut également être apprécié, d'après les données que nous venons de déterminer. Il en résulte, en effet, que l'oxydation totale de l'urée dégagerait une quantité de chaleur inférieure de $11^{Cal},8$ à celle de ses éléments combustibles supposés libres, soit $151^{Cal},5$ au lieu de $163^{Cal},3$; ce chiffre ne s'écarte pas beaucoup de la valeur moyenne, 155^{Cal}, attribuable d'ordinaire à la différence C^2H^2 des corps homologues. Elle l'emporterait, au contraire, de $+ 47^{Cal},2$ sur la chaleur de combustion du carbone renfermé dans l'urée.

» Ces évaluations ne sont d'ailleurs applicables qu'aux réactions exceptionnelles qui donnent naissance à l'azote libre, au sein de l'intestin, et peut-être, — car la chose est contestée, — dans la respiration : ces cas sont les seuls où il puisse être question de la combustion totale de l'urée dans l'économie.

» En général, l'urée est rejetée au dehors en nature : c'est même la forme principale sous laquelle l'azote sort de l'organisme. De là, deux conséquences : l'une relative à la combustion des principes azotés, dont l'azote dérive en principe de l'ammoniaque, et qui conservent la majeure partie de l'énergie correspondante dans leur constitution; l'autre relative, au contraire, à la combustion totale du carbone organique, avec production d'acide carbonique, combustion dont l'urée représente l'une des formes, puisqu'elle équivaut à un amide de cet acide. A ce dernier point de vue, la production de l'urée répond au développement de deux à trois centièmes de la chaleur animale dans le corps humain, quantité jusqu'ici non calculable et méconnue, mais qu'il convient d'ajouter dans les évaluations physiologiques à celle qui répond à l'acide carbonique exhalé dans le poumon.

» Au contraire, le fait même de l'apparition de l'urée montre que l'ammoniaque, ou plus exactement l'azote amidé, qui a concouru à constituer les principes immédiats des êtres vivants, est brûlée bien plus difficilement que leur carbone et leur hydrogène. Tandis que ces derniers éléments sont rejetés incessamment au dehors, sous forme d'eau, d'acide carbonique et d'amide carbonique (urée), par suite de la réaction de l'oxygène sur les tissus organisés; l'azote au contraire, chez les animaux [1], n'est éliminé à

---

[1] L'azote s'oxyde au contraire dans les matières organiques qui constituent la terre végétale, et même dans les tissus de certains végétaux, tels que les Amarantes, sous l'influence des ferments spéciaux de la nitrification. Les organismes végétaux, microbiens ou autres, conservent à cet égard leur aptitude supérieure à développer des phénomènes synthétiques et des évolutions plus profondes que les organismes animaux.

l'état libre, nous le répétons, que dans des conditions spéciales, et principalement au sein de l'intestin. Il ne s'oxyde même pas dans le sein des combinaisons où il est engagé : telles que l'urée; car il est susceptible de reparaître, par suite des fermentations hydratantes, sous la forme d'ammoniaque. L'azote combiné, introduit par les aliments, traverse ainsi l'organisation, en conservant à peu près toute son énergie calorifique, par opposition à ce qui arrive pour le carbone et l'hydrogène de ces mêmes aliments. Ce sont là des circonstances qui caractérisent le rôle et l'élimination de l'azote et de l'urée dans l'économie humaine. »

ASTRONOMIE. — *Note sur l'orbite de la comète périodique de Winnecke;* par M. **H. Faye.**

« J'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie un Mémoire de M. le baron de Haerdtl sur les mouvements de la comète périodique de Winnecke. L'auteur était arrivé à cette double conclusion :

» 1° Il n'y a pas trace d'accélération du moyen mouvement;

» 2° La masse de Jupiter doit être portée à 1 : 1047,152.

» Dans la seconde Partie de ce travail, dont je désire entretenir aujourd'hui l'Académie, l'auteur aborde une question nouvelle qu'il avait d'abord négligée, celle de la détermination de la masse de Mercure. Il a été naturellement conduit à laisser subsister dans les équations de condition une indéterminée relative à celle de Jupiter; mais les nouveaux calculs n'ont donné pour correction qu'une quantité négligeable. Pour Mercure, il trouve, en nombres ronds, 1 : 5010000 ± 700000, ce qui s'accorde bien avec la masse obtenue par Le Verrier, 1 : 5310000, au moyen d'équations relatives aux corrections des masses des trois premières planètes traitées ensemble.

» C'est là un résultat satisfaisant malgré la grandeur de l'erreur probable du résultat fourni par la comète de Winnecke; car jusqu'ici ceux qu'on avait déduits des mouvements de la comète d'Encke, bien plus affectés cependant par les perturbations dues à l'action de Mercure, étaient tout à fait illusoires. M. Von Asten, dans une étude comprenant les retours périodiques de cette comète, de 1819 à 1868, avait trouvé 1 : 7636000, tandis que les calculs de M. Backlund, basés sur les périodes de 1871 à 1885, donnaient

1 : 2669000.

» Cette énorme discordance a engagé M. de Haerdtl à soumettre la ques-

tion à un nouvel examen. Considérant que la comète de Winnecke, comme celle de Faye, n'accuse aucun trouble imputable à la présence d'un milieu résistant, il s'est résolu à en faire abstraction dans les équations de MM. Von Asten et Backlund relatives à celle d'Encke, et a obtenu pour Mercure :

Par les retours de 1819 à 1868.................. 1 : 5649000 ± 2000
Par ceux de 1871 à 1885......................... 1 : 5670000 ± 60000

» L'accord ainsi obtenu par l'abandon de l'hypothèse du milieu résistant est assez frappant. Rapproché de l'impossibilité où se sont trouvés les continuateurs de M. Encke de faire accorder les accélérations déduites des deux périodes susdites pour sa comète, cet accord me paraît condamner définitivement cette hypothèse contre laquelle s'élevait tout d'abord l'objection suivante : s'il s'agit de l'éther impondérable des physiciens, on ne saurait admettre que la résistance s'accroisse dans le voisinage du Soleil et devienne insensible à la distance des périhélies des autres comètes périodiques; s'il s'agit d'un milieu pondérable, il ne peut exister autour du Soleil de milieu pareil à celui de l'hypothèse, mais seulement des corpuscules isolés ou des essaims, tels que ceux des étoiles filantes, décrivant des orbites plus ou moins excentriques dans divers plans et en divers sens.

» Mais, d'autre part, l'explication que Bessel opposait à l'hypothèse d'Encke, dans une controverse célèbre, ne me semble pas bien fondée. Bessel admettait que les forces polaires développées dans le corps d'une comète y déterminaient, par l'énorme développement de la queue opposée au Soleil, des phénomènes analogues à ceux d'une fusée, et altéraient la gravitation du noyau vers le Soleil. A mon avis, le développement de la queue est un phénomène tout différent : il répond d'abord à l'espèce de marée que l'attraction du Soleil combinée avec la chaleur produit dans le corps de la comète. C'est ce que M. Roche, de Montpellier, a montré par une analyse aussi simple qu'ingénieuse, que M. Resal a bien voulu exposer dans sa *Mécanique céleste*. En s'approchant du Soleil, les couches externes de l'atmosphère d'une comète se dilatent et s'entr'ouvrent ; la comète fuse par les deux bouts, sans que le mouvement de son centre de gravité en soit nécessairement altéré. Les matériaux émis à la fois vers le Soleil et à l'opposite se raréfient de plus en plus. C'est alors que la force répulsive que le Soleil exerce sur tous les corps proportionnellement à leur surface, mais qui ne devient sensible que pour les corpuscules d'une ténuité excessive, repousse à la fois les deux émissions de la comète; et, comme celles-ci ont

cessé de faire partie de la comète, ces deux émissions sont chassées à grande vitesse dans le sens du rayon vecteur, sans altérer le mouvement du centre de gravité auquel les observations des astronomes se reportent exclusivement.

» Il ne reste donc plus, pour la comète, que la répulsion très faible du Soleil sur le noyau. Celle-là seule peut en altérer la marche en y produisant une légère accélération du moyen mouvement, accompagnée d'une petite diminution de l'excentricité.

» C'est avec cette théorie développée par M. Plana dans les Mémoires de l'Académie de Turin qu'il conviendrait d'étudier les mouvements de la comète d'Encke. D'après les résultats actuels, il paraît probable que les noyaux cométaires, à cause de leur densité, se comportent comme les planètes tant qu'il ne s'y produit pas de décomposition en plusieurs fragments destinés à devenir indépendants. Quoi qu'il en soit, on peut dire que la discussion approfondie des observations de la comète périodique de Winnecke a conduit M. de Haerdtl a des résultats utiles, tout en soulevant des questions du plus haut intérêt. »

MÉMOIRES LUS.

M. l'abbé **C. Tondini** donne lecture d'une Note relative à la transaction proposée par l'Académie des Sciences de Bologne, au sujet du méridien initial et de l'heure universelle.

(Renvoi à la Section d'Astronomie.)

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

MM. **G. Mouton** et **V. Maisot** adressent une Note relative à un chemin de fer à aiguille automatique, avec un avertisseur et un indicateur de la marche des trains.

(Renvoi à la Commission des Chemins de fer.)

CORRESPONDANCE.

M. Mascart fait hommage à l'Académie de deux nouveaux volumes des « Annales du Bureau central météorologique de France » pour l'année 1887 : t. I, *Mémoires* et t. II, *Observations*.

M. Faye, en offrant à l'Académie la IIe Partie du Tome Ier de la « Bibliothèque générale de l'Astronomie » de MM. *Houzeau* et *Lancaster*, dont il a présenté, il y a quelques années, la Ire Partie, s'exprime ainsi :

« L'œuvre si considérable entreprise avec un grand courage par les deux savants belges ne sera pas interrompue par la mort du premier. M. Lancaster saura la mener à bonne fin; nous pouvons annoncer que la suite est déjà sous presse et contiendra : la Mécanique céleste, la Physique astronomique, l'Astronomie pratique, l'Astronomie descriptive et les systèmes cosmogoniques.

» Le Volume actuel, de 1624 pages, contient : les Biographies, les Ouvrages didactiques et généraux, l'Astronomie sphérique et l'Astronomie théorique, les Tables astronomiques de toutes les époques et les Traités relatifs aux calendriers.

» En parcourant ces deux gros Volumes, si riches d'informations précises, on est frappé de l'énormité du travail qu'il a fallu pour inventorier, classer et faire revivre les richesses enfouies dans tant de Bibliothèques et les mettre pour ainsi dire à portée de la main de ceux qui ne séparent pas la culture de la Science de son histoire. Il nous semble que ce bel Ouvrage doit avoir sa place dans les Bibliothèques de toutes les Facultés, Universités, Observatoires et Académies. »

ASTRONOMIE. — *Étude expérimentale des passages et occultations des satellites de Jupiter*. Note de M. Ch. André, présentée par M. Mascart.

« Pour étudier expérimentalement les passages et occultations des satellites de Jupiter, ainsi que le *ligament lumineux* [1] qui se forme au voi-

---

[1] *Comptes rendus*, t. CVII, p. 216.

sinage du contact, j'ai employé l'appareil suivant, construit par MM. Brunner frères.

» Un chariot, qu'une vis micrométrique, commandée par un régulateur isochrone du système Villarceau, entraîne d'un mouvement uniforme et convenable ($1''$ en 4^m environ) et à volonté dans un sens ou dans l'autre sur des rails parfaitement rectilignes, porte par l'intermédiaire d'une lame en ébonite un disque métallique de $2^{mm},8$ de diamètre, destiné à représenter le satellite : sur le support du chariot est fixé à demeure, par une lame isolante, un second disque métallique de $26^{mm},5$ de diamètre, destiné à représenter Jupiter. Ces deux disques sont entièrement recouverts d'argent mat; leur face antérieure est parfaitement plane et reliée à la face postérieure par un biseau très soigné, la face du petit disque étant en arrière de $0^{mm},75$ de la face du grand, de façon à pouvoir pénétrer dans une échancrure pratiquée dans sa masse, et permettre ainsi d'observer les contacts externes d'entrée et de sortie. Un régulateur électrique, placé en avant et un peu au-dessus des deux disques, les transforme en surfaces uniformément éclairées : on les observe alors avec des lunettes installées, perpendiculairement au plan de leurs faces antérieures, à l'extrémité de notre grande chambre noire (130^m de long) et où ils ont les diamètres apparents de $3'',7$ et $35'',2$. Les signaux correspondant aux différentes phases notées sont, d'ailleurs, enregistrés sur un chronographe, vis-à-vis des secondes d'une pendule et du signal qui indique le contact géométrique des deux disques. Celui-ci s'obtient comme suit : le disque fixe (Jupiter) porte sur sa face postérieure une sorte de levier dont la grande branche se termine par un arc de même courbure que lui; au moyen d'une vis qui agit sur l'autre branche, on déplace cet arc jusqu'à ce que, vu dans un microscope, il coïncide parfaitement avec le bord du disque; de cette façon, lorsque la tranche du disque mobile (satellite) arrivera au contact de l'arc du bras de levier, tout se passera pour l'observateur comme si elle était au contact de Jupiter. D'ailleurs, le levier et le disque mobile faisant partie d'un circuit où se trouve l'appareil moteur de la plume du chronographe, le contact géométrique s'inscrit automatiquement sur celui-ci.

» Cela posé, l'expérience faite avec notre lunette de Biette ($0^m,12$) montre que :

» 1° Avec l'objectif laissé entier, le *ligament lumineux* commence à apparaître lorsque le satellite est à deux minutes et demie environ du contact réel (contact externe d'entrée); il augmente graduellement d'intensité et de grandeur à mesure que les deux astres se rapprochent, si bien

qu'au moment du contact géométrique, ceux-ci paraissent réunis par un véritable *pont lumineux* symétrique par rapport à la ligne des centres et dont la largeur est d'environ le tiers du diamètre du satellite.

» 2° Les dimensions de ce ligament augmentent quand on diminue l'ouverture de l'objectif; ainsi, lorsqu'elle est réduite à moitié, la largeur du ligament est d'environ les deux tiers du diamètre du satellite.

» 3° Le moment où un observateur note le contact externe apparent des deux astres précède toujours à l'entrée, suit toujours à la sortie le moment du contact réel; avec l'objectif entier, cet intervalle est en moyenne, pour moi, de *une minute* à l'entrée et de *quarante secondes* à la sortie.

» 4° En recouvrant l'objectif d'un écran convenable, soit en treillis, soit en réseau, on diminue beaucoup l'intensité apparente du ligament, et l'on réduit à quelques secondes l'erreur d'observation.

» 5° Le moment du contact géométrique est caractérisé par des apparences optiques assez bien définies pour qu'elles puissent servir de base à un bon procédé d'observation directe du phénomène. »

CHIMIE. — *Recherches sur l'application de la mesure du pouvoir rotatoire à l'étude des combinaisons qui résultent de l'action de l'acide malique sur le molybdate de soude.* Note de M. **D. Gernez**, présentée par M. Duclaux.

« J'ai montré, dans une Communication précédente [1], que les solutions d'acide malique, auxquelles on ajoute du molybdate d'ammoniaque, présentent, au point de vue du pouvoir rotatoire, des changements variés dont les particularités s'expliquent aisément, si l'on admet la production, entre les corps en contact, de combinaisons suivant des nombres simples d'équivalents. Les expériences que j'ai effectuées sur le même acide et le molybdate neutre de soude conduisent à des résultats plus variés encore et qui mettent en évidence, comme on va le voir, la production de combinaisons entre des nombres simples d'équivalents de ces corps. Elles ont été réalisées avec les mêmes appareils que les précédentes. Les solutions contenaient toutes $1^{gr},1166$ d'acide malique gauche, avec des poids variables de molybdate neutre de soude et la quantité d'eau distillée nécessaire pour que le volume total fût 12^{cc} mesurés à la température de $17°$. La rotation

---

[1] *Comptes rendus*, t. CIX, p. 151.

de l'acide malique seul, observée dans un tube dont la longueur est de $105^{mm},7$, ayant pour valeur $-0°12'$, quarante expériences, exécutées avec addition de quantités de sel graduellement croissantes, ont donné les nombres compris dans le Tableau suivant :

Poids de molybdate de soude employés.	Fractions d'équivalent qu'ils représentent en $\frac{1}{12}$ d'équiv.	Rotations observées.	Variations des rotations pour $\frac{1}{12}$ d'équiv.	Poids de molybdate de soude employés.	Fractions d'équivalent qu'ils représentent en $\frac{1}{12}$ d'équiv.	Rotations observées.	Variations des rotations pour $\frac{1}{12}$ d'équiv.
gr		° ′	′	gr		° ′	′
0,0420	½	— 0.40		3,1930	38	— 1.27	+ 18,5
0,0840	1	— 1. 7	+ 55	3,3361	40	— 1.32	+ 2,5
0,1680	2	— 2. 1	+ 54	3,5288	42 = 3,5 éq.	— 1.33	+ 0,5
0,3361	4	— 3.43	+ 51	3,6969	44	— 1.20	— 6,5
0,5042	6	— 5.29	+ 53	3,8649	46	— 1. 0	— 10
0,6722	8	— 7.15	+ 53	4,0333	48 = 4 éq.	— 0.30	— 15
0,8402	10	— 8.50	+ 47,5	4,2014	50	0. 0	— 15
1,0083	12 = 1 éq.	— 9. 4	+ 7	4,3694	52	+ 0.20	— 10
1,1763	14	— 5.12	—116	4,5375	54 = 4,5 éq.	+ 0.52	— 16
1,3444	16	— 1.31	—110,5	4,7055	56	+ 1.18	— 13
1,5125	18	+ 3. 1	—136	4,8736	58	+ 1.54	— 13
1,6804	20	+ 7.27	—133	5,0416	60 = 5 éq.	+ 2.10	— 13
1,8484	22	+11. 2	—107,5	5,2096	62	+ 2.39	— 14,5
2,0167	24 = 2 éq.	+14. 1	— 89	5,3777	64	+ 3.21	— 21
2,1847	26	+12. 1	+ 60	5,5457	66 = 5,5 éq.	+ 3.57	— 18
2,3527	28	+ 8.41	+100	6,0500	72 = 6 éq.	+ 5.19	— 14
2,5207	30 = 2,5 éq.	+ 5. 4	+108,5	6,5541	78 = 6,5 éq.	+ 6.17	— 10
2,6888	32	+ 2.37	+ 73,5	7,0583	84 = 7 éq.	+ 7.10	— 14
2,8568	34	+ 0.19	+ 69	7,5625	90 = 7,5 éq.	+ 9. 3	— 14
3,0250	36 = 3 éq.	— 0.50	+ 34,5	8,0667	96 = 8 éq.	+10.15	— 12

» L'examen de ces nombres conduit à diverses remarques :

» 1° Lorsque les quantités de molybdate de soude ajoutées à l'acide malique sont comprises entre 0 et 1 équivalent, les rotations augmentent de quantités égales pour des poids égaux de sel, et la valeur de la rotation est maxima lorsque les quantités d'acide et de sel en contact sont des poids équivalents. Il y aurait, d'après cela, production d'*un composé formé à équivalents égaux d'acide malique et de molybdate de soude*. La rotation maxima du plan de polarisation, $-9°4'$, est plus de 45 fois plus grande que la rotation due à la quantité d'acide malique qui est contenue dans la solution.

» 2° Si l'on augmente le poids de molybdate de soude au delà de 1 équi-

valent, la rotation diminue graduellement, passe de gauche à droite et augmente jusqu'à une *seconde valeur maxima* qui est atteinte lorsqu'on a ajouté 2 équivalents de sel à 1 d'acide. La marche du phénomène indique la disparition progressive du premier composé qui serait remplacé par un second, *formé de 1 équivalent d'acide malique et 2 équivalents de molybdate de soude*. La rotation correspondant à la production totale de ce composé, $+14°1'$, est plus de 70 fois plus grande que la rotation que produirait le poids d'acide malique qu'il contient.

» 3° Pour des quantités de sel plus grandes que celles qui représentent 2 équivalents, la rotation diminue peu à peu, passe de droite à gauche et atteint un *troisième maximum* lorsqu'à un équivalent d'acide malique on ajoute 3,5 équivalents de sel. La manière dont varie la rotation conduit à admettre la production d'une nouvelle combinaison qui serait formée de *2 équivalents d'acide unis à 7 équivalents de molybdate de soude*. La valeur du maximum correspondant, $-1°33'$, est environ 8 fois la rotation que donnerait l'acide actif qui se trouve dans la solution.

» 4° La quantité de sel continuant à augmenter, la rotation rétrograde, passe de nouveau de gauche à droite et croît progressivement d'une façon régulière, mais de quantités plus faibles que celles que l'on observe pour des additions égales lorsqu'il y a moins de sel en dissolution. La régularité des accroissements des rotations indique la production d'un nouveau composé qui, pour 1 équivalent d'acide malique, contient un nombre d'équivalents de molybdate de soude supérieur à 8, limite que la solubilité du sel, dans les conditions de dilution et de température où j'ai opéré, ne m'a pas permis de dépasser. La rotation pour 8 équivalents est $+10°15'$, plus de 50 fois plus grande que celle que produirait l'acide malique que contient la solution.

» Ces expériences mettent bien en évidence la production de composés se succédant dans une dissolution pour des quantités progressives de l'un des composés. Elles font voir aussi le défaut des méthodes d'analyse dans lesquelles on déduirait la composition d'un liquide actif de la mesure de la rotation, au moins en ce qui concerne les composés analogues à ceux dont il s'agit ici, puisque nous voyons, dans le cas des solutions d'acide malique additionnées de molybdate de soude, que trois liquides de compositions très différentes présentent une rotation nulle et qu'à une même rotation peuvent correspondre 2, 3 et jusqu'à 4 valeurs distinctes des proportions des corps contenus dans les solutions. »

PHYSIOLOGIE. — *De l'examen ophtalmoscopique du fond de l'œil chez les hypnotiques.* Note de MM. **Luys** et **Bacchi.**

« On sait combien, dans certaines phases de l'hypnose, les yeux des sujets prennent des caractères spéciaux.

» Dans la phase cataleptique, entre autres, les globes oculaires sont fixés, immobiles en catalepsie statique, et doués d'un éclat insolite. L'hyperacuité visuelle des sujets annonce que la vitalité des appareils internes est le siège d'une suractivité circulatoire concomitante.

» Dans l'état somnambulique, les globes oculaires ont récupéré leur mobilité, mais ils ont encore un éclat spécial et une suractivité fonctionnelle, qui permettent aux sujets somnambuliques de voir des détails qui échappent à leur perception lorsqu'ils sont à l'état physiologique.

» J'ai pensé qu'il serait intéressant de se rendre compte, à l'aide de l'ophtalmoscope, de l'état circulatoire du fond de l'œil, dans des cas semblables, et de constater les changements survenus dans les réseaux circulatoires. La solution de ce problème, indépendamment de son intérêt intrinsèque, pourrait fournir un nouveau signe physique qui échappe à la simulation, en donnant un moyen de contrôle utilisable en médecine légale, pour apprécier les états hypnotiques. J'ai donc prié M. le Dr Bacchi, anciennement attaché à la Clinique ophtalmologique de la Faculté de Médecine, de me prêter son concours pour ces recherches, et je rapporte ici le résultat de ses examens.

» Neuf sujets (6 femmes, 3 hommes) ont été, successivement, soumis à l'examen ophtalmoscopique du fond de l'œil, dans les périodes de catalepsie, de somnambulisme lucide et dans l'état mixte de fascination.

» L'examen des yeux de chaque sujet, à l'état normal, avait permis d'enregistrer l'état de coloration du fond de l'œil, et de noter l'existence des trois zones concentriques de la rétine.

» Les sujets en expérience ayant été, ensuite, placés en période de catalepsie, l'état de pâleur de la rétine s'est subitement modifié. Les papilles ont pris une teinte de coloration rosée. Les trois zones concentriques ont perdu la netteté de leur contour et sont devenues confondues, en même temps que les veines et les artères acquéraient un volume beaucoup plus développé. Cet état hyperhémique s'est maintenu tel pendant tout le temps que le sujet est resté en période de catalepsie. Nous avons noté, en

outre, que l'iris était très dilaté et presque insensible à la lumière. Cet état spécial d'hyperhémie de la rétine s'est présenté avec les mêmes caractères dans la phase de fascination.

» Dans la période de somnambulisme lucide, nous avons encore constaté que l'état de la circulation du fond de l'œil se présentait avec les mêmes caractères généraux que précédemment, au point de vue de l'ampliation des réseaux circulatoires. Nous avons seulement noté une certaine diminution d'intensité dans la coloration de la papille, qui était d'un rose moins vif que précédemment.

» Dans cette phase somnambulique, l'iris était plus facile à se mouvoir; il était devenu plus sensible à la lumière, et se laissait plus aisément dilater par l'action de ses rayons. »

M. J. Kiener adresse une Note relative au traitement de la leucorrhée, chez l'espèce bovine, par l'iodure de potassium.

A 4 heures, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures un quart. M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 18 novembre 1889.

Journal de Mathématiques pures et appliquées, quatrième série, publié par Camille Jordan. Tome cinquième, année 1889; fasc. n° 4. Paris, Gauthier-Villars et Fils, 1889; in-4°.

Annales du Bureau central météorologique de France, publiées par E. Mascart. Année 1887. *Mémoires* et *Observations*. Paris, Gauthier-Villars et Fils, 1889; 2 vol. gr. in-4°.

Bibliographie générale de l'Astronomie; par J.-C. Houzeau *et* A. Lancaster. Tome premier. Ouvrages imprimés et manuscrits, seconde Partie. Bruxelles, F. Hayez, 1889; 1 vol. gr. in-8°. (Présenté par M. Faye.)

Comparaison des effets optiques des petits et grands instruments d'Astronomie; par M. CH. ANDRÉ. Lyon, Association typographique, 1889; br. gr. in-8°. (Présenté par M. Mascart.)

Leçons élémentaires d'hygiène; par M. HECTOR GEORGE. Paris, Delalain frères, 1889; 1 vol. in-12. (Présenté par M. Duclaux.)

Les sens chez les animaux inférieurs; par E. JOURDAN. Paris, J.-B. Baillière et Fils, 1889; 1 vol. in-16. (Présenté par M. Ranvier.)

Des opérations plastiques sur le palais chez l'enfant. Leurs résultats éloignés; par le Dr J. EHRMANN (de Mulhouse). Paris, Félix Alcan, 1889; br. gr. in-8°. (Présenté par M. Verneuil.)

Sépultures antiques de Djidjeli; par C. DUPRAT. Constantine, Ad. Braham, 1889; br. in-8°. (Deux exemplaires.)

Nederlands ds kruidkundig archief. Verslagen en mededeelingen der nederlandsche botanische Vereeniging. XIe série. Tome V, 2e et 3e Parties. Nijmegen, H.-C.-A. Thieme, 1888-1889; 2 vol. in-8°.

ERRATA.

(Séance du 11 novembre 1889.)

Note de M. *G. Lechartier*, Sur l'incinération des matières végétales :

Page 729, ligne 11, *au lieu de* 11mgr à 54mgr pour 400gr de substance végétale, *lisez* 11mgr à 54mgr pour 40gr de substance végétale.